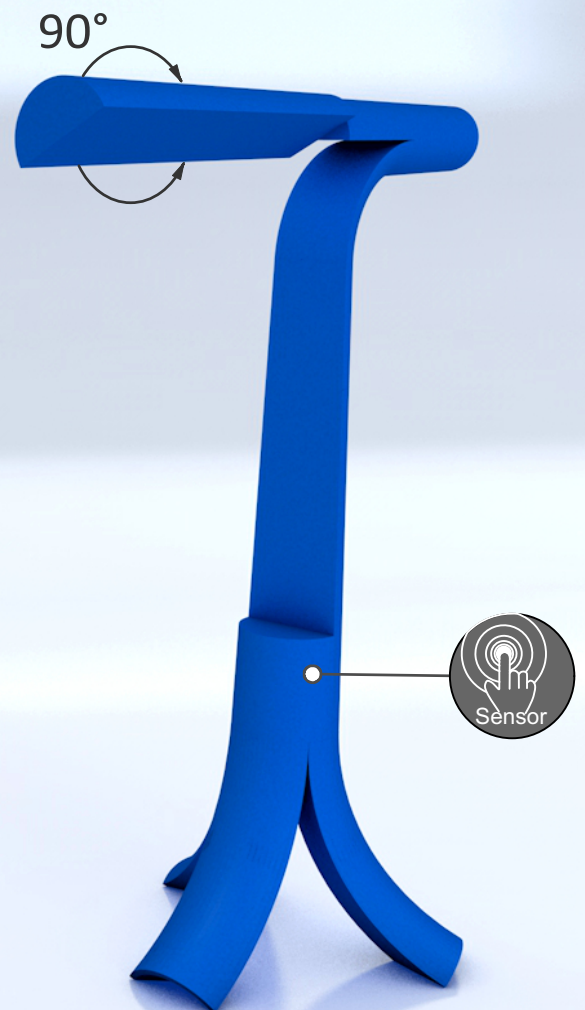


Banana

die Leuchte deiner Träume



Das Team:

Christian Diecke
Paul Babatz
Elias Nürnberger
Florian Freund
Lukas Fuhrmann
Mareike Münch

Tischlerei
Wirtschaftsingenieurwesen
Wirtschaftsingenieurwesen
Wirtschaftsingenieurwesen
Psychologie
Psychologie

Workshop: „Smart Material trifft Jahr des Lichts“

Im Rahmen der Workshopreihe „Smart Material trifft Jahr des Lichts“ war es das Ziel den Teilnehmern den Wissenschaftsbereich Smart Materials näher zu bringen und daraus neue Lösungsansätze und Konzepte zu entwickeln. Unter fachlich kompetenter Leitung durch SLUB und IWU sollten somit neue Ideen und Funktionsmodelle entstehen.

Da es keine Grundvoraussetzung für die Teilnahme gab, kamen viele unterschiedliche Studien- und Berufsgruppen zusammen. Es ging nicht um die wissenschaftliche Ausarbeitung eines Projekts, sondern um das Zusammenarbeiten und Entwickeln neuer Ideen und Lösungsansätze aus unterschiedlichen Interessen- und Kenntnisgebieten. In mehreren informativen Treffen wurden Materialien und Anwendungsbeispiele detailliert vorgestellt und Ideen geweckt. Nach einer Kennenlernphase wurden Ideen ausgearbeitet, gebündelt und die Teilnehmer zu Teams gruppiert. Vorgabe war die Verwendung von Smart Materials, im speziellen Formgedächtnis-Legierungen, sowie die Verknüpfung mit dem Thema Licht.

Formgedächtnis-Legierungen sind spezielle Metalle, die in zwei unterschiedlichen Kristallstrukturen existieren können. Sie werden oft auch als Memorymetalle bezeichnet. Dies rührt von dem Phänomen her, dass sie sich an eine frühere Formgebung trotz nachfolgender starker Verformung scheinbar „erinnern“ können.

Das Jahr 2015 wurde von den Vereinten Nationen (UN) zum **“internationalen Jahr des Lichts und der lichtbasierten Technologien”** ausgerufen. Es soll an die Bedeutung von Licht als elementare Lebensvoraussetzung für Menschen, Tiere und Pflanzen und daher auch als zentraler Bestandteil von Wissenschaft und Kultur erinnert werden. Licht ist somit das zweite Themengebiet, welches zur vielfältigen Nutzung verwendet werden sollte.

Das Team Banana beschäftigte sich mit dem Thema „Leuchte“. In unserem Projekt vereinen wir beide Anwendungsfelder zu einem stimmigen Gesamtkonzept. Der Grundgedanke war eine einfache Reproduzierbarkeit unserer Ideen mit den uns zur Verfügung stehenden Experten und Prototyping-Methoden des Maker Space und Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik. Leichte Bedienung und simples Design waren wichtige Aspekte bei der Entwicklung der Prototypen. Die Einzelteile der Banana Leuchte wurden mit einem 3D Drucker aus Kunststoff hergestellt.

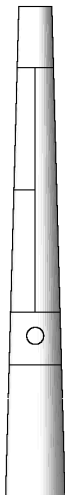


Kozept

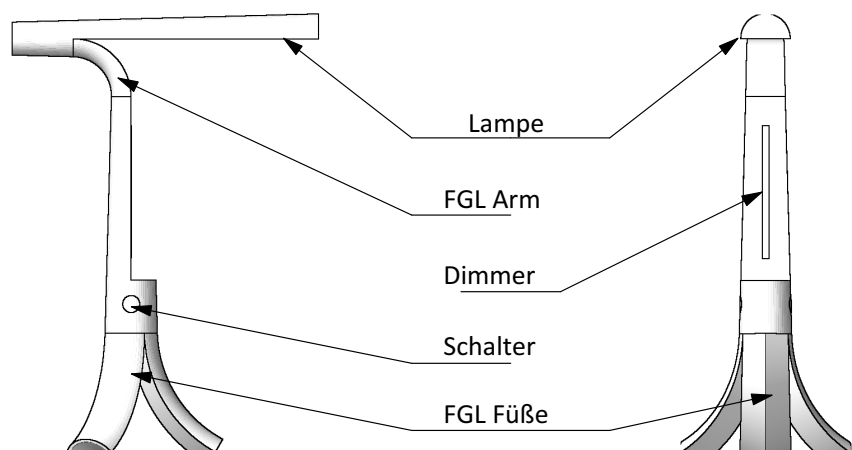
inspiriert durch die Natur - die Banane bewegt sich zum Licht hin

Der Körper der Leuchte besteht in der Grundform aus einem Kegelstumpf. Die minimalistische Form versteckt im geschlossenen Zustand alle technischen Bauteile und fügt sich dezent in den Raum ein. Die Bedienung erfolgt über einen unsichtbaren Sensorschalter, welcher gleichzeitig als Dimmer dient. Beim Einschalten biegen sich die Füße und der Körper in die Betriebsposition. Drei Füße bieten einen sicheren und stabilen Stand. Der Leuchtenhals ist in zwei Richtungen schwenkbar und kann optimal auf die Bedürfnisse des Benutzers angepasst werden. Beim Ausschalten der Leuchte biegen alle Einzelteile wieder in ihre Ausgangsform zurück.

Lampe geschlossen



Lampe geöffnet



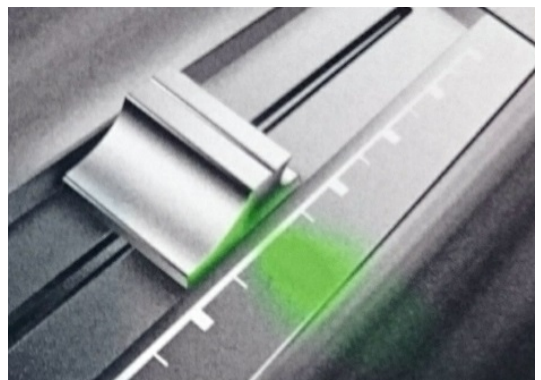
Zielgruppe

Personas:

- Personen die viel lesen
- Arbeitsplätze an denen gedämpftes Licht benötigt wird
- qualitätsbewusste Personen



Moodboard



Zeit- und Ressourcenplan

Für die Umsetzung des Projektes stand ein Zeitraum von 4 Monaten zur Verfügung.

Zeitmanagement :

1. Planung aller elementaren Bestandteile des Prototyps
2. Erstellen eines 3D-Modells
3. Planung der Mechanik und Elektronik
4. Zerlegung in Module und Vorbereitung zum 3D-Druck
5. Zusammenbau des ersten Prototypen - ohne Elektronik
6. Einbau und Test der Formgedächtnis-Legierung in der Leuchte
7. Planung der Leuchtmittel und Lichtsteuerung
8. Weiterentwicklung des 3D Modells unter Berücksichtigung der Versuche
9. Zusammenbau des zweiten Prototypen - mit Elektronik
10. Test der Formgedächtnis-Legierung im zweiten Prototypen
11. Weiterentwicklung des 3D-Modells unter Berücksichtigung der Versuche
12. Planung der flexiblen Außenhülle der Leuchte
13. Erweiterung und Austausch einzelner Module des 2. Prototypen
14. Testreihe für flexible Außenhülle der Leuchte
15. Zusammenbau des finalen Prototypen



Projektverlauf

1. Planung aller elementaren Bestandteile des Prototyps
2. Erstellen eines 3D Modells

Das grobe Grundkonzept der Leuchte wurde mittels CAD-Software in seiner simpelsten Grundform geplant. Die Maße und Proportionen richteten sich nach vorhandenen Produkten und gängigen gestalterischen Mitteln. Das Verhältnis von den Füßen zum Grundkörper sowie Grundkörper-oberkante zur Leuchtenoberkante liegen etwa im goldenen Schnitt.

Die Grundbauteile sind:

- Füße
- Grundkörper
- Körper der Leuchte

3. Planung der Mechanik und Elektronik

Die Füße und der Körper der Leuchte sollten sich möglichst homogen biegen und unsichtbar im Inneren verschwinden. Die Konstruktion sollte auch gleichzeitig simpel und einfach herzustellen sein. Die Biegung der Teile sollte mittels eines FGL-Drahts erfolgen. Die Rückstellung zur Ausgangsform sollte über ein Federstahlblech erfolgen, welches zugleich die Biegeform und Biegerichtung vorgibt. Um den Füßen im geöffneten Zustand viel Standfläche zu ermöglichen, wurden die Innenseiten abgeschrägt. Der FGL Draht würde im geöffneten Zustand aus der Hülle ragen, daher wird dieser durch ein Distanzstück gehalten. Das Distanzstück versetzt das Federstahlblech zugleich in die geplante Biegerichtung.

Der Körper der Leuchte wird wie die Füße bewegt. Die benötigte Kraft ist jedoch aufgrund der Maße größer.

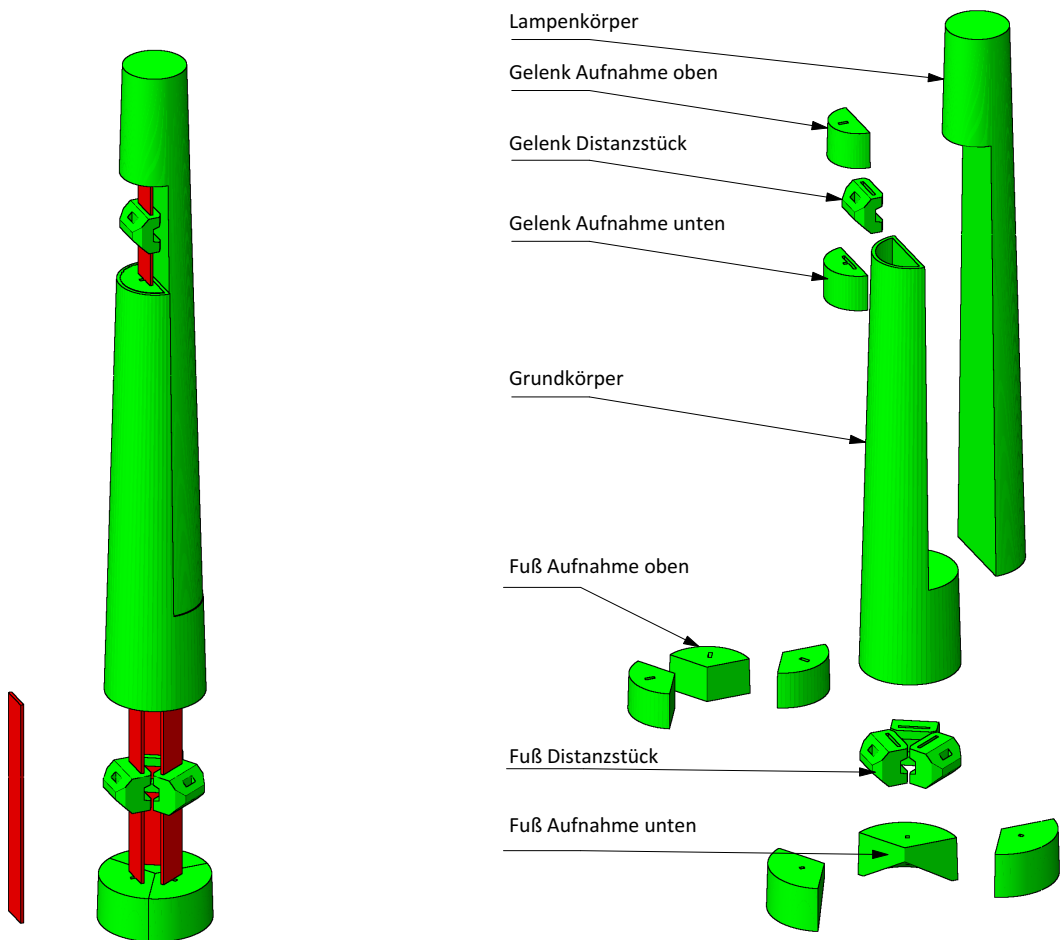
Auf das Integrieren der Elektronik wurde an dieser Stelle verzichtet, da die Mechanik Vorrang hatte. Grundsätzlich war jedoch absehbar, dass die Bauform sehr klein sein muss.

4. Zerlegung in Module und Vorbereitung zum 3D-Druck

Die Zerlegung in Modulen war einer der wichtigsten Aufgaben in der Vorbereitung zum 3D Druck.



Banana V1 Einzelteile



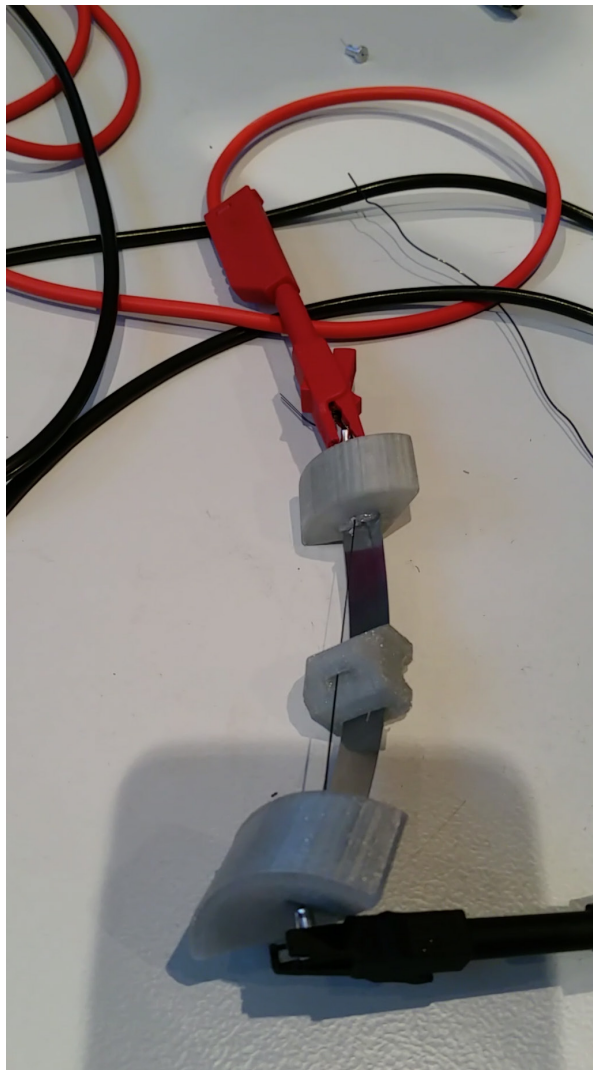
5. Zusammenbau des ersten Prototypen - ohne Elektronik

Die geplanten und gedruckten Teile wurden im Maker Space in mühevoller Handarbeit geschliffen und angepasst. Die Einzelteile passten gut zusammen und gaben einen ersten Gesamteindruck der Leuchte. Für den Biegemechanismus wurde Federstahlblech mit der Schlagschere zugeschnitten.

6. Einbau und Test der Formgedächtnis-Legierung in der Leuchte

Mit Unterstützung der Experten aus dem Maker Space und dem IWU wurden die FGL Drähte ausgewählt und vorgedehnt. Nun wurde der Draht durch die Einzelteile geführt und an den Enden mittels Crimps fixiert. Unklar war, ob der FGL-Draht genügend Zugweg und Zugkraft aufbringen kann. Mit einem Netzteil wurden die Drähte elektrisch erhitzt, um die Spannung zu erzeugen.

Video 1



Der erste Test war erfolgreich. Die Biegung der Leuchtenfüße war wie gewünscht. Einige erste Probleme machten sich bei der Montage des FGL-Drahts bemerkbar.

- nach dem Crimpen der Drahtenden stehen Teile über
- Zuleitungskabel sind außerhalb der Leuchtenhülle

7. Planung der Leuchtmittel und Lichtsteuerung

Für die Elektronik wurde eine sehr kompakte Bauweise benötigt, daher fiel die Wahl der Leuchtmittel auf LED. Die Steuerung sollte über einen Microcontroller erfolgen.

Variante 1 : Steuerung über einen Arduino nano

Problem: nicht in der Projektzeit realisierbar

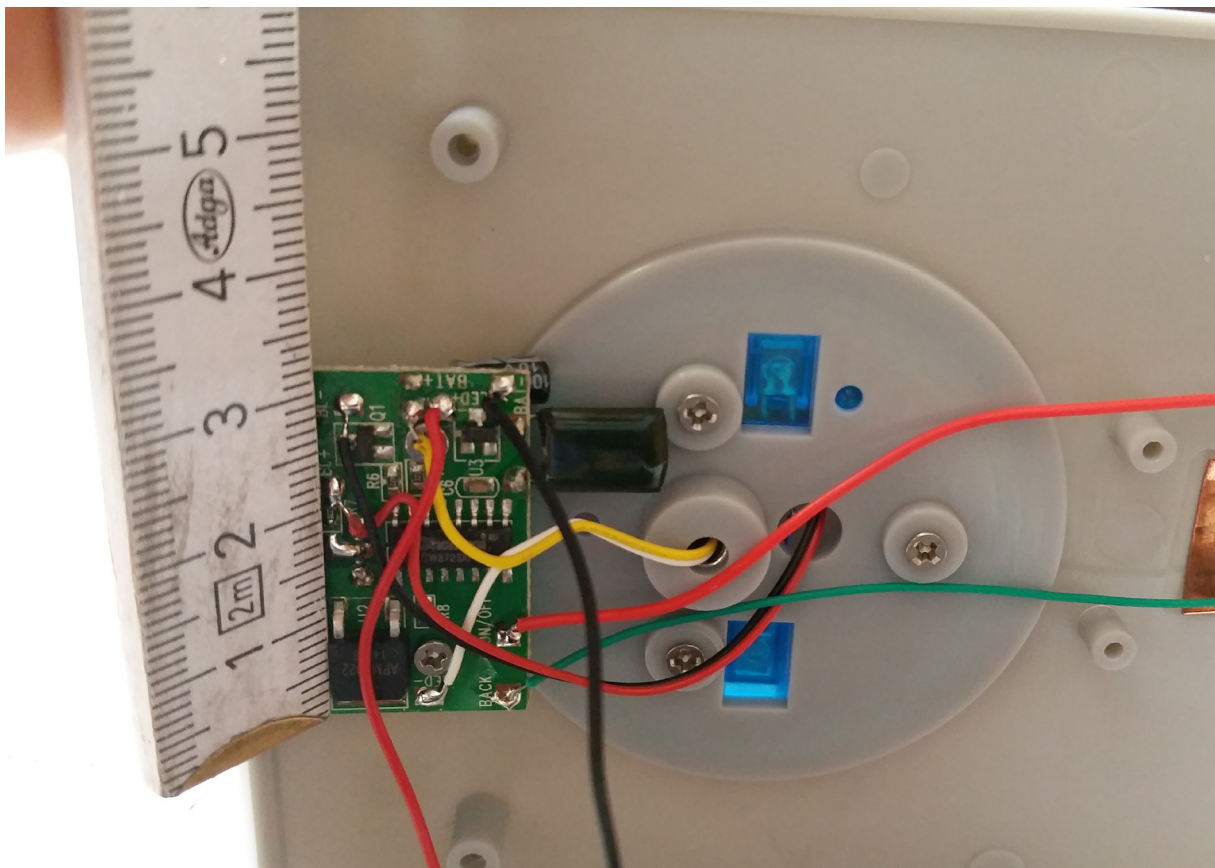
Variante 2: vorhandenen Bausatz / Leuchte verwenden

Vorteil: schnelle Resultate, kostengünstig

Aus einer vorhandenen Leuchte wurden alle Lichtbauteile verwendet.

- Microcontroller für An- Ausschalter und Dimmfunktion
- weiße LED

Microcontroller



8. Weiterentwicklung des 3D-Modells unter Berücksichtigung der Versuche

Die vorhergehenden Versuche zeigten, dass die Mechanik und Elektronik besser in die Leuchtenhülle integriert werden muss. Zum Führen der Kabel wird viel Hohlraum in der Leuchte benötigt. Das Licht im Körper der Leuchte war zu starr geplant, daher wurde der Leuchtenkopf drehbar gestaltet um flexibel ausleuchten zu können.

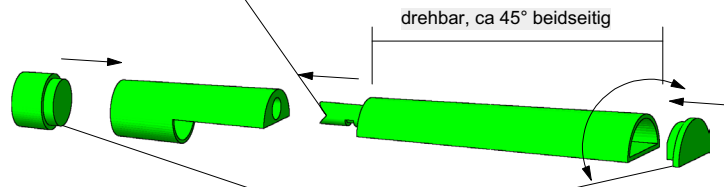
Änderungen:

- Grundkörper komplett hohl, ohne Supportmaterial
- Körper der Leuchte zweigeteilt, drehbar, hohl
- Endkappen am Körper der Leuchte zur einfachen Kabelmontage
- Versenkung der Kabelcrimps in den Füßen
- Vorbereitung der Fixierung der flexiblen Außenhülle



Banna V2

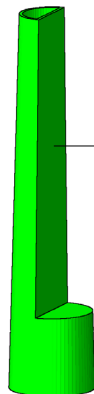
Vorbereitung automatische Rückdrehung beim ausschalten



Deckel, einfache Kabelführung



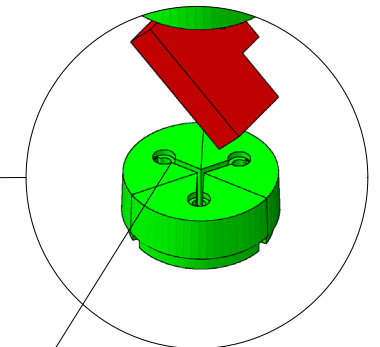
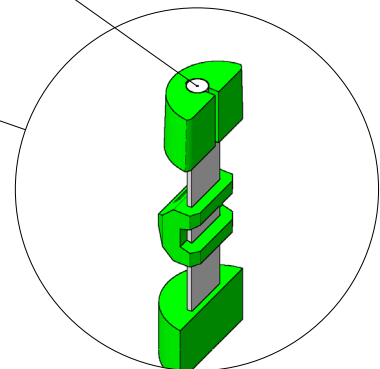
Grundkörper hohl,
Wandstärke ca. 2mm



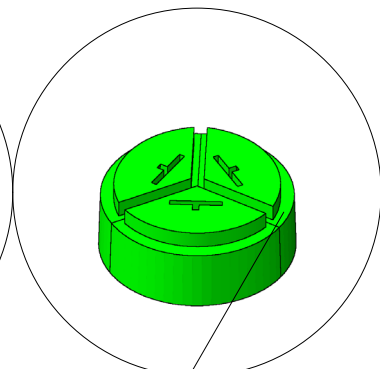
Lichtsteuerung



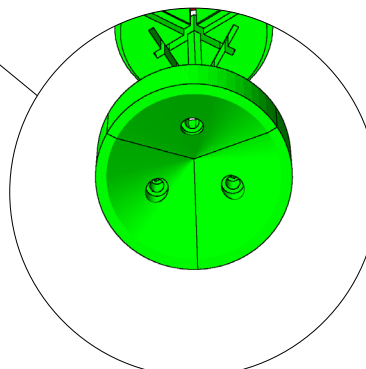
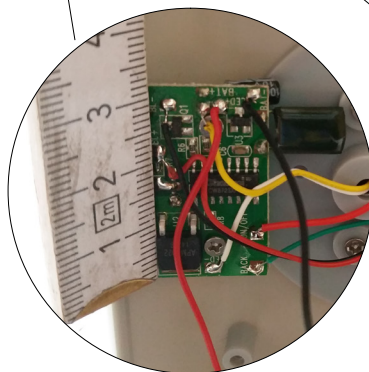
Presshülsen werden versenkt
+ FGL-Draht nachträglich einhängbar



Presshülsen werden versenkt
+ FGL-Draht nachträglich einhängbar



Vorbereitung für Silikonhülle



9. Zusammenbau des zweiten Prototypen - mit Elektronik

Die geänderten Teile wurden wie zuvor 3D gedruckt. Da ohne Supportmaterial gedruckt wurde, war wieder viel Nacharbeit an den Teilen nötig - aufgrund thermischer Verformung. Die Füße wurden zusammengebaut und an den Grundkörper angepasst. Die Einzelteile des Leuchtenkörpers wurden ebenfalls angepasst und teilweise zusammengeklebt. Die vorhandenen LED mussten nun integriert werden. Dazu wurde eine Gussform aus Kunststoff hergestellt, in der die LED mit Epoxidharz eingegossen wurden. Es entstand eine Leuchtleiste, die in den Körper der Leuchte eingeschnitten und -geklebt wurde. Die Kabel wurden durch den Hohlraum zum Grundkörper gezogen, in dem dann der Microcontroller sitzt. Das Bedienen und Dimmen der Leuchtmittel funktionierte problemlos.

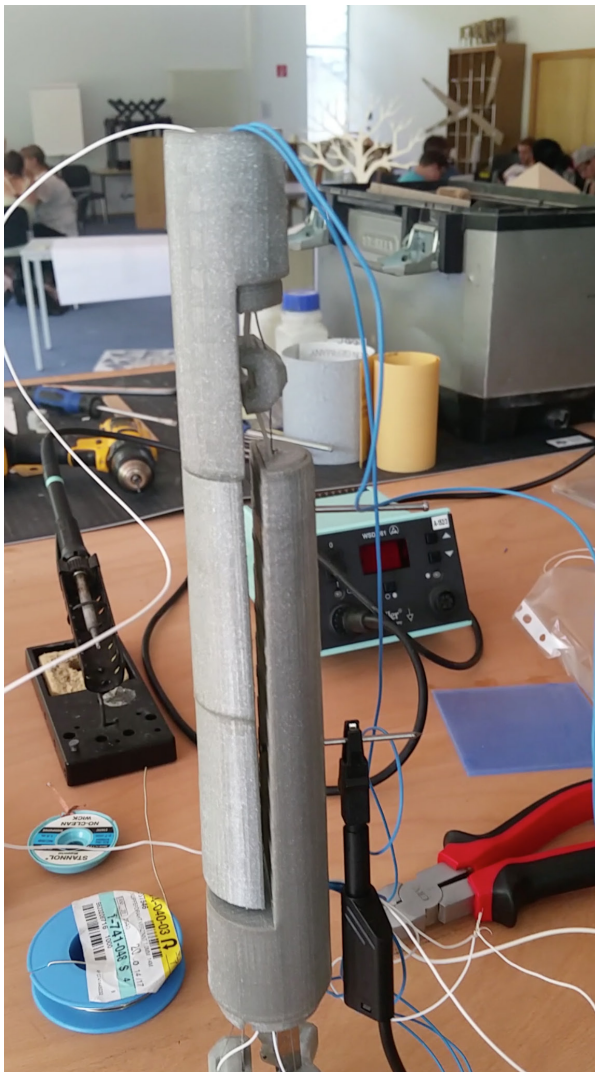
Video Test der Lampe



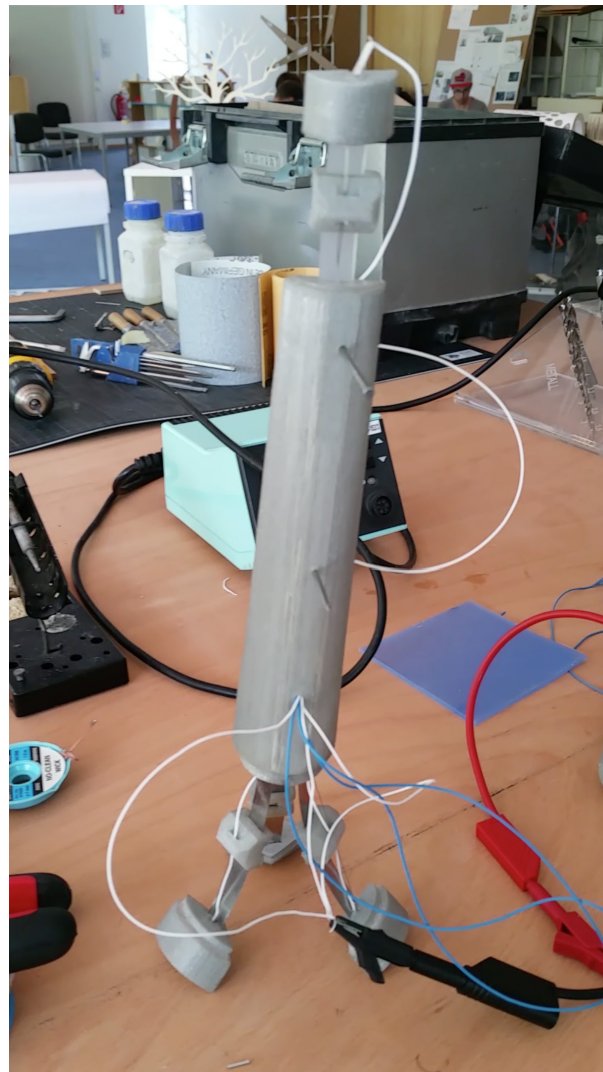
10. Test der Formgedächtnis-Legierung im zweiten Prototypen

In den neu 3D-gedruckten Fußteilen wurde wie zuvor der FGL Draht installiert. Die Kabelcimps ließen sich gut im Bauteil versenken. Von Grundkörper zum Körper wurde ebenfalls der FGL-Draht installiert. Zum Biegen des Körpers wurde mehr Zugweg und Kraft benötigt. Die Drahtdicke und Drahtlänge wurde deshalb angemessen erhöht. Um dies trotz begrenzter Bauform zu realisieren, wurde der Draht durch den Grundkörper verlegt und dort befestigt. Die Biegung des Leuchtenkörpers erfolgte wie gewünscht.

Video Test Banana V2
Hals



Video Test Banana V2
Beine



Probleme:

- FGL-Draht schmilzt sich in die Bauteile und zerstört diese
- Energiebedarf ist sehr groß
- Rückstellung der Bauteile funktioniert schlecht
- FGL Draht lässt sich nicht optimal installieren
- schlechtes Kabelmanagement

11. Weiterentwicklung des 3D Modells unter Berücksichtigung der Versuche

Aufgrund des vorhergehenden Versuchs mussten einige Details geändert werden. Das Problem der Drahttemperatur musste kontrolliert werden.

Variante 1: anderes Druckmaterial, z.B. Gips

Problem: zu wenig Erfahrungen bei der Verwendung

Variante 2: FGL-Draht mit hitzebeständigem Material ummanteln

Vorteil: leicht in die vorhandene Struktur zu integrieren

Die Kontaktstellen von Draht zu Kunststoff sollten nun mit einem Isolationsstück aus Stahl geschützt werden. Um die vorhandenen FGL Drähte wieder benutzen zu können, wurden die Bauteile so gestaltet, dass sie in allen Teilen einhängbar sind

12. Planung der flexiblen Außenhülle der Leuchte

Um eine geschlossene Außenhülle zu erzeugen, mussten nun die Biegestellen mit einem flexiblen Material verkleidet werden.

Variante 1: flexibles 3D Druckmaterial

Problem: zu unflexibel für die starke Biegung

Variante 2: 2-Komponenten-Silikon

Problem: aufwendige Herstellung einer Gussform aus Gips

Vorteile: enorm flexibel und äußert homogen

Die Silikonhülle war mit einer Wandungsstärke von 2mm geplant. Die verwendeten Distanzstücken an den Fußteilen mussten daher reduziert werden, um genügend Spielraum zwischen Hülle und Distanzstück zu erzeugen. Das Distanzstück am Leuchtenkörper musste aufgrund des Platzmangels komplett umgeändert werden und durch ein hitzebeständiges Stahldistanzstück getauscht werden.

Aufgrund der begrenzten Projektzeit ließ sich die flexible Silikonhülle nicht mehr herstellen und testen. Anhand eines Probeguss' bestätigen sich jedoch die gewünschten Eigenschaften.



Fazit:

Die Grundidee der Banana-Leuchte ließ sich während der Projektzeit gut umsetzen. Dies war vor allem den Experten und Bedingungen im Maker Space und der IWU zu verdanken. Die perfekte Zusammenarbeit im Team war ausschlaggebend für das erreichte Ergebnis. Bei längerer Projektzeit hätte zusätzlich die Silikonhüllen hergestellt werden können, um die Außenhülle der Leuchte zu vollenden. Durch Einsatz von Zweiweg-FGL könnte auch die Rückstellung der Bauteile verbessert werden. Der Workshop hat gezeigt, dass mit Kreativität, Ehrgeiz und Teamgeist spannende Projekte und Ideen entstehen können.

